جامعة الانبار University of Anbar

اسم الكلية : كلية العلوم- قسم الفيزياء

اسم المحاضر: د. خالد روكان فليح الزوبعي

المرحلة: المرحلة الاولى رياضيات

اسم المادة انكليزي: General Physics

اسم المادة عربي: فيزياء عامة

عنوان المحاضرة انكليزي : Newton’s Laws of Motion

عنوان المحاضرة العربي: قوانين نيوتن للحركة

المصدر

Physics for scientists and engineer
by
Serway

Mechanics: Dynamics

Newton’s Laws of Motion قوانين نيوتن للحركة

المقدمة

بعد أن تعلمنا كيفية وصف الحركة ، يمكننا الآن أن ننتقل إلى السؤال الأكثر جوهرية حول سبب الحركة. يتحرك الجسم عند دفعه أو سحبه أو تعريضه لقوة. يمكن وصف القوة بالتأثير الذي يؤدي إلى تسريع أو إبطاء الجسم أو إجراء تغييرات في موضعه أو في شكله. تم وصف هذه التأثيرات بدقة من خلال القوانين العامة للحركة ، وقد ذكرها السير إسحاق نيوتن (1642-1727) بشكل كامل.

في كتابه Principia ، اختصر نيوتن المبادئ الأساسية للميكانيكا إلى ثلاثة قوانين:

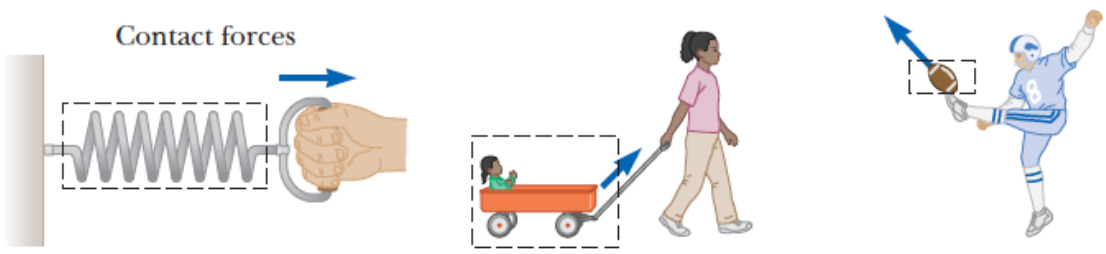
"1- كل جسم ساكن يستمر في حالة السكون ، أو الجسم المتحرك يستمر بالحركة المنتظمة على خط مستقيم ، ما لم يضطر لتغيير تلك الحالة بفعل القوى المؤثرة عليه.

2- يتناسب تغيير حركة الجسم مع القوة المؤثرة عليه ، ويتم إجراؤه في اتجاه الخط المستقيم الذي تتأثر فيه القوة.

3- لكل فعل رد فعل متساوٍ له بالمقدار ومعاكس له بالاتجاه ".

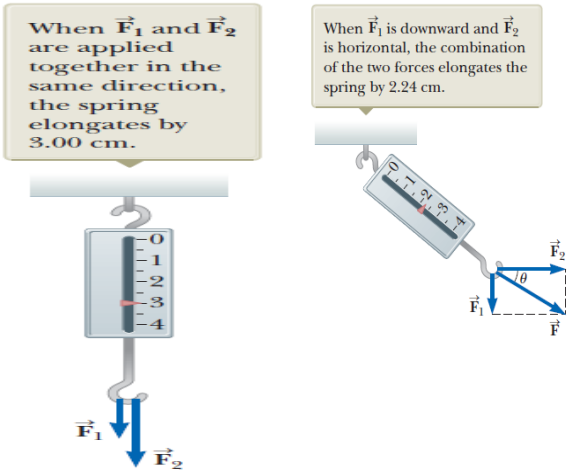
مفهوم القوة

- تشير كلمة القوة إلى التفاعل مع الجسم بالوسائل من النشاط العضلي وبعض التغيير في سرعة الجسم.
- لا تسبب القوى دائمًا الحركة. فمثلا، عندما تجلس ، تؤثر قوة الجاذبية على جسمك ومع ذلك تظل ثابتًا.



Fundamental Forces in Nature القوى الأساسية في الطبيعة

1- قوى الجاذبية
2- القوة الكهرومغناطيسية
3- القوة النووية الضعيفة
4- القوى النووية الشديدة
طبيعة متجه القوة



قانون نيوتن الأول للحركة (قانون القصور الذاتي)

بعد أرسطو ، أمضى جاليليو الكثير من الوقت في مراقبة حركة الجسم. لقد أدرك أن حركة الجسم تحدث تحت بعض القوى التي تصف الحركة وهناك أي سبب بطريقة ما تنتهي الحركة. لذلك ، اكتشف جاليليو قانون نيوتن الأول وأتقنه ديكارت (الذي أضاف الشرط الحاسم "في خط مستقيم"). ينص هذا القانون على أنه إذا لم تتأثر حركة جسم معين بتأثيرات خارجية ، فإن الجسم يتحرك بسرعة ثابتة. بعبارات أخرى:

"إذا كان الجسم في حالة سكون ، فسيظل في حالة سكون أو إذا كان يتحرك على طول خط مستقيم بسرعة موحدة ، فسيستمر في التحرك ما لم يتم تطبيق قوة خارجية عليه لتغيير حالته الحالية." (يُعرف أيضًا قانون نيوتن الأول للحركة باسم قانون القصور الذاتي).

$\sum F = 0$
القوة الكلية (القوة الكلية ، القوة المحصلة أوالقوة غير المتوازنة) على جسم ما تساوي الصفر.

- عندما لا تعمل قوة على جسم ما ، فإن تسارع الجسم يساوي صفرًا.
- من القانون الأول نستنتج أن أي جسم منعزل يكون إما في حالة سكون أو يتحرك fسرعة ثابتة.
- ميل الجسم لمقاومة أي محاولة لتغيير سرعته يسمى القصور الذاتي.
- يمكننا تعريف القوة بأنها تلك التي تسبب تغيير في حركة الجسم.

قانون نيوتن الثاني للحركة (القانون الأساسي للديناميات)

ينص قانون نيوتن الأول على أنه عندما لا تؤثر قوة محسوسة على جسم ما ، فإنه يظل في حالة سكون أو يتحرك بسرعة ثابتة. يخبرنا القانون الثاني بما يحدث عندما لا تكون هذه القوة صفراً. استخدم نيوتن كلمة "حركة" لتعني ما نسميه في الوقت الحاضر الزخم. من الضروري أن تؤخذ في الاعتبار لأن التغيير في الزخم في الوقت المناسب هو صافي القوة المطبقة على الجسم.

ينص قانون نيوتن الثاني ، قانون التسارع ، على أن يتناسب تسارع الجسم طرديًا مع صافي القوة المؤثرة عليه ويتناسب عكسيا مع كتلته.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

حيث m هي كتلة الجسم و aهي عجلة الجسم

القوة الكلية (القوة الكلية ، القوة الناتجة أو القوة غير المتوازنة) على الجسم هو مجموع متجه لجميع القوى المؤثرة على الجسم.

وحدة القوة هي ($Kg.m / s^2$) وهي تسمى نيوتن (N).

مركبات القوة هي

$$\sum F_x = ma_x \qquad \sum F_y = ma_y \qquad \sum F_z = ma_z$$

يخبرنا القانون الثاني بذلك

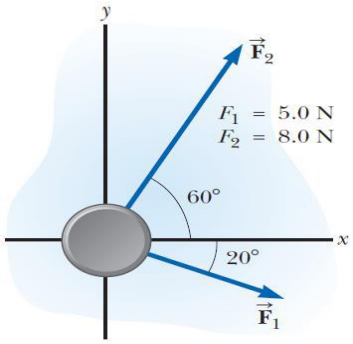
"معدل تغير زخم الجسم يتناسب مع القوة المطبقة ويأخذ التغيير في الاتجاه الذي تعمل فيه القوة. هناك ثابت تناسب يسمى الكتلة ، ونسبة القوة إلى التسارع ، والتي تكون دائمًا ثابتة بالنسبة لجسم معين ".

للحصول على التمثيلات الرياضية ،ليكن الزخم P للجسم يتم تعريفه ببساطة على أنه ناتج كتلة الجسم m مضروبا في سرعته v: أي ، P= mv

مثال:

ينزلق قرص هوكي كتلته 0.30 كجم على سطح أفقي عديم الاحتكاك لحلبة تزلج على الجليد. تضرب عصيتان للهوكي القرص في وقت واحد ، مما يؤدي إلى زيادة القوة على القرص الموضح في الشكل. مقدار القوة =F1 = 5.0 N مقدار ، والقوة F2 مقدارها 8.0 N v.

حدد كلاً من مقدار واتجاه تسارع القرص



الحل:

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} = F_1 \cos(-20^\circ) + F_2 \cos 60^\circ$$
$$= (5.0\ \text{N})(0.940) + (8.0\ \text{N})(0.500) = 8.7\ \text{N}$$

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} = F_1 \sin(-20^\circ) + F_2 \sin 60^\circ$$
$$= (5.0\ \text{N})(-0.342) + (8.0\ \text{N})(0.866) = 5.2\ \text{N}$$

$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{8.7\ \text{N}}{0.30\ \text{kg}} = 29\ \text{m/s}^2$$

$$a_y = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{5.2\ \text{N}}{0.30\ \text{kg}} = 17\ \text{m/s}^2$$

$$a = \sqrt{(29\ \text{m/s}^2)^2 + (17\ \text{m/s}^2)^2} = 34\ \text{m/s}^2$$

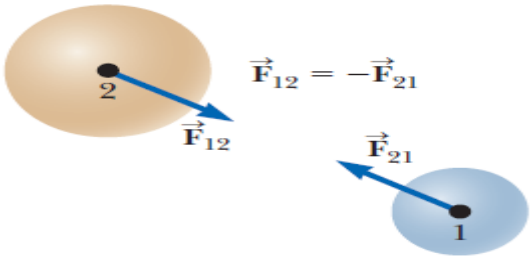
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{17}{29}\right) = 31°$$

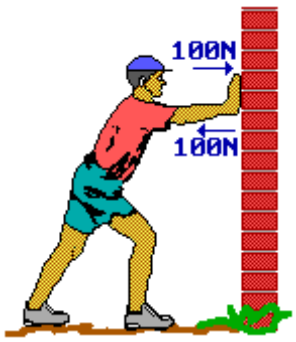
Newton's Third Law قانون نيوتن الثالث

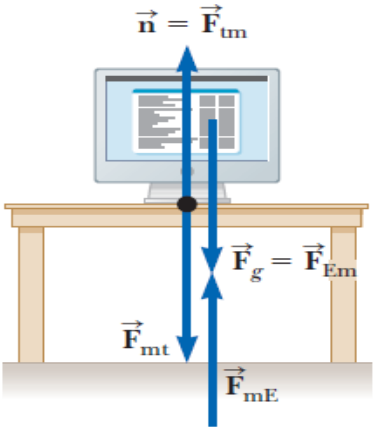
ينص قانون نيوتن الثالث ، قانون الفعل والتفاعل ، على أنه عندما يتفاعل جسمان ، فإن القوة التي يبذلها الجسم "A" على الجسم "B" (قوة الفعل) تكون مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه للقوة التي يمارسها الجسم " B"يمارس على الجسم "A"(قوة رد الفعل).

نحن نعلم ، من التجربة ، أن هذا النوع من السلوك لا يحدث في الحياة الواقعية. لا يمكنني توليد قوة ذاتيًا ترفعني تلقائيًا في الهواء: أحتاج إلى بذل قوى على الأشياء الأخرى من حولي من أجل تحقيق ذلك. وهكذا ، فإن قانون نيوتن الثالث يعمل بشكل أساسي كضمان ضد عبثية القوى الذاتية.

$$\overrightarrow{F_{12}} = \overrightarrow{F_{21}}$$



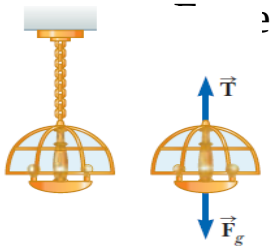




عند تحليل جسم خاضع للقوى ، فإننا مهتمون بمجموع القوة المؤثرة على جسم واحد ، والذي سنضع نموذجًا له كجسيم. لذلك ، يساعدنا مخطط الجسم الحر في عزل تلك القوى فقط على الجسم واهمال على القوى الأخرى من تحليلنا.

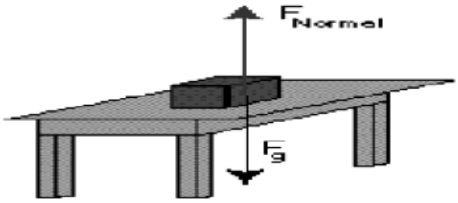
قوى خاصة Particular Forces

1-قوة الجاذبية Gravitational Force



2- قوة الشد Tension

3- قوى طبيعية Normal Force



4-قوة النابض Spring Force

5- قوة الإحتكاك

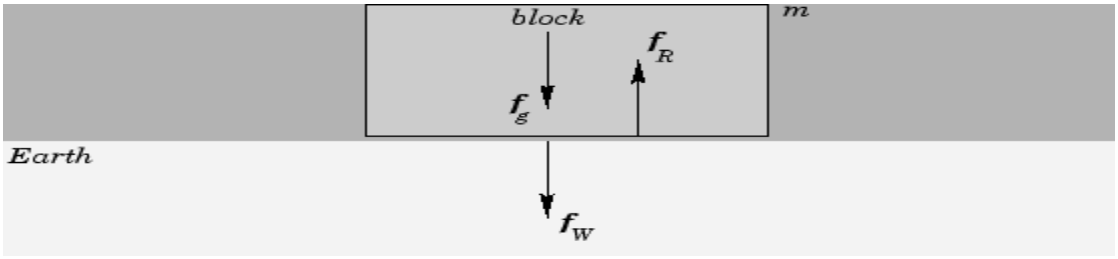
قوة الجاذبية والوزن Gravitational Force and Weight

في الواقع ، غالبًا ما يتم الخلط بين مصطلحي الكتلة والوزن. ومع ذلك ، في الفيزياء معانيها متميزة تمامًا.

كتلة الجسم هي مقياس لقصورها الذاتي: وهذا يعني إحجامها عن الانحراف عن حركة الخط المستقيم المنتظمة تحت تأثير القوى الخارجية. وفقًا لقانون نيوتن الثاني ، إذا تم التأثير على كتلتين من كتل مختلفة بواسطة قوى من نفس الحجم ، فإن التسارع الناتج للكتلة الأكبر يكون أقل من الكتلة الأصغر. بمعنى آخر ، من الصعب إجبار الكتلة الأكبر على الانحراف عن حالتها للحركة المنتظمة في خط مستقيم. بالمناسبة ، فإن كتلة الجسم هي خاصية جوهرية لذلك الجسم ، وبالتالي لا تتغير إذا تم نقل الجسم إلى مكان مختلف.

تنجذب كل الأشياء إلى الأرض. تسمى القوة الجاذبة التي تمارسها الأرض على جسم ما بقوة الجاذبية F $\boldsymbol{g}$. يتم توجيه هذه القوة نحو مركز الأرض ، ويسمى مقدارها بوزن الجسم.

لقد رأينا في المحاضرة السابقة أن كائنًا يسقط بحرية يتعرض لـ التسارع $\boldsymbol{g}$ باتجاه مركز الأرض.



تخيل كتلة من الحديد تستقر على سطح الأرض كما هو موضح في الشكل. تسلط الكتلة قوة ضاغطةهبوطية f g بسبب جاذبية الأرض. مقدار القوة mg ، حيث m هي كتلة الكتلة و g هي التسارع الناتج عن الجاذبية على سطح الأرض. تقوم الكتلة بنقل هذه القوة إلى الأرض تحتها ، والتي تدعمها ، وبالتالي تمنعها من التسارع إلى أسفل. بمعنى آخر ، تمارس الكتلة قوة نزولية مقدارها mg على الأرض أسفلها مباشرة. نشير عادةً إلى هذه القوة (أو حجم هذه القوة) على أنها وزن الكتلة. وفقًا لقانون نيوتن الثالث ، فإن الأرض الواقعة أسفل الكتلة تمارس قوة رد فعل تصاعدية و f_R على الكتلة. هذه القوة أيضًا بمقدار mg. وبالتالي ، فإن صافي القوة المؤثرة على الكتلة

$$f_g + f_R = 0$$

وهو ما يفسر حقيقة أن الكتلة تظل ثابتة.

Applying Newton's second law $\sum F = ma$ to a freely falling object of mass m, with $a = g$ and $F = \sum F_g$

$$F_g = m\,g$$

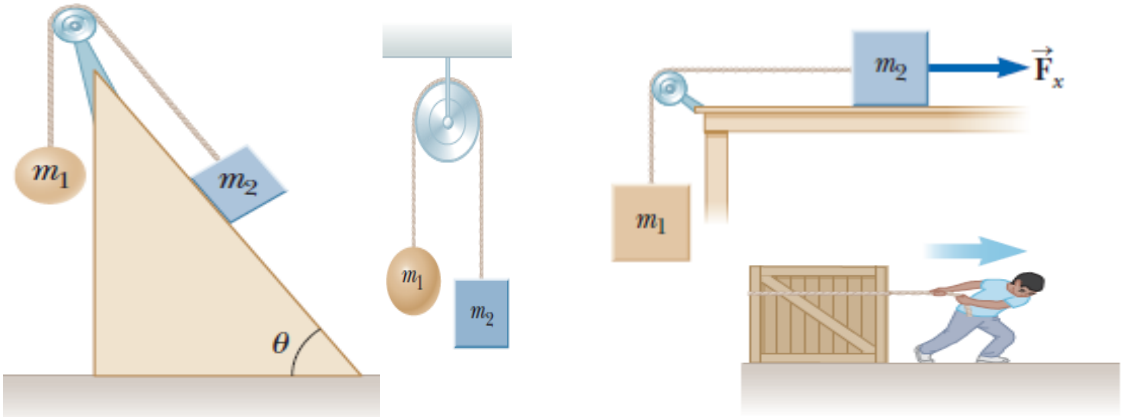
لذلك ، يتم تعريف وزن الجسم على أنه مقدار F_g تساوي $m\,g$

$$F_g = m\,g = \mathbf{W}$$

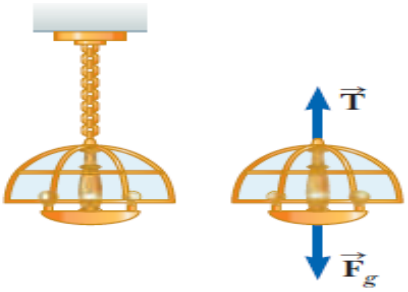
نظرًا لأنه يعتمد على g ، يختلف الوزن باختلاف الموقع الجغرافي. لأن g تتناقص مع زيادة المسافة من مركز الأرض ،يقل وزن الأجسام كلما ارتفعنا أعلى من مستوى سطح البحر.

Tension Force قوة الشد

عند سحب جسم بواسطة حبل فإن القوة المؤثرة على الجسم من خلال الحبل تدعى قوة الشد *Tension* ويرمز لها بالرمز T ووحدته N ويظهر في الشكل صور مختلفة من قوة الشد وكيفية تحديدها على الشكل.



$\sum F = ma$ $\sum F_x = ma_x$ $\sum F_y = ma_y$



$$\sum F = 0$$

ستراتيجية حل المسائل العامة

1. تصور. ارسم مخططًا بسيطًا للنظام. الرسم البياني يساعد على إنشاء التمثيل العقلي. إنشاء محاور تنسيق ملائمة لكل جسم في النظام.

2. تصنيف. إذا كان تعجيل جسم ما يساوي صفرًا ، فإن يتم نمذجة الكائن كجسيم في حالة توازن في هذا الاتجاه و $F = 0$

إذا لم يكن الأمر كذلك ، فسيتم نمذجة الكائن كجسيم تحت قوة محصلة في هذا الاتجاه و $F = ma$.

3. تحليل. اعزل الجسم الذي يتم تحليل حركته. ارسم a

رسم تخطيطي للجسم الحر لهذا الكائن. بالنسبة للأنظمة التي تحتوي على أكثر من جسم واحد ، ارسم مخططات منفصلة للجسم الحر لكل جسم. لا تُدرج في مخطط الجسم الحر القوى التي يمارسها جسم على محيطه.

4. أوجد مكونات القوى على طول محاور الإحداثيات. طبق النموذج المناسب من خطوة التصنيف لكل اتجاه. تحقق من الأبعاد الخاصة بك للتأكد من أن جميع الحدود لها وحدات قوة.

5. حل المعادلات المكونة للمجهول. تذكر أنه يجب أن يكون لديك بشكل عام العديد من المعادلات المستقلة كما لديك المجهول للحصول على حل كامل.

6. الانتهاء. تأكد من أن نتائجك متوافقة مع الجسم الحر

رسم بياني. تحقق أيضًا من تنبؤات الحلول الخاصة بك للقيم القصوى للمتغيرات.